

LAPORAN TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK

METIL TERT BUTIL ETER DARI METANOL DAN *ISOBUTENE*

KAPASITAS 550.000 TON/TAHUN



Oleh :

Handik Hendratama

D500 120 006

Dosen Pembimbing:

Ir Nur Hidayati, M.T., Ph.D

Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

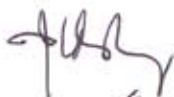
HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama : Handik Hendratama
NIM : D500 120 006
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Metil tert Butil Eter dari metanol dan *isobutene* dengan Kapasitas 550.000 Ton/Tahun.
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D
2. Tri widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D

Surakarta, 18 Maret 2017

Menyetujui,

Pembimbing 1



Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D

NIK. 975

Pembimbing 2



Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D

NIK. 960

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Teknik UMS



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

NIK. 682

Ketua Jurusan

Teknik Kimia FT UMS



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D

NIK. 892

PRARANCANGAN PABRIK
METIL TERT BUTIL ETER DARI METANOL DAN
ISOBUTENE KAPASITAS 550.000 TON/TAHUN

ABSTRAK

Metil tert butil eter (MTBE) merupakan zat aditif yang digunakan dalam proses pembuatan bahan bakar. Dalam rangka mendukung terciptanya kestabilan dalam ketersediaan energi, khususnya bahan bakar, Indonesia masih harus melakukan impor terhadap zat aditif ini. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta peluang ekspor yang besar terhadap jenis produk ini, maka dirancang pendirian pabrik MTBE dari *isobutene* dan metanol dengan kapasitas 550.000 ton/tahun. Pabrik direncanakan akan didirikan di kawasan industri Bontang, tepatnya di Kecamatan Bontang Utara, Kabupaten Bontang Kalimantan Timur.

MTBE diproduksi dengan mereaksikan metanol dengan *isobutene*. Akibat dari umpan yang masuk tidak murni maka terjadi reaksi samping yaitu pembentukan tert butil alkohol (TBA). Untuk meningkatkan konversi total reaksi maka umpan metanol masuk sebanyak 25.509,7196 kg/jam ditambah dengan air sebanyak 489,9194 kg/jam dalam sebuah mixer. Sehingga umpan metanol masuk dalam reaktor dengan fraksi berat 98%. Karna sifat reaksi bersifat *reversible* maka umpan metanol dirancang berlebih 10%. Umpan *isobutene* sebanyak 47.046,4127 kg/jam dengan kemurnian 99,95% serta umpan keluar mixer masuk ke dalam sebuah reaktor *fixed bed multitube* dengan katalis Amberlyst 15, suhu 70°C, tekanan 10 atm, *reversible* serta menghasilkan panas. Lalu produk dimurnikan dengan menggunakan tiga buah menara distilasi untuk memperoleh kemurnian produk akhir di atas 99%. Dalam rangka mendukung proses produksi maka dibutuhkan air proses dan air untuk kebutuhan lain sebanyak 31.306.291 kg/hari dan kebutuhan *steam* sebanyak 11.069,4030 kg/hari. Serta didukung dengan tiga buah generator sebagai pembangkit listrik dengan daya yang dibangkitkan sebanyak 2,2987 MW.

Bentuk perusahaan yang digunakan adalah Perseroan Terbatas (PT). Sistem kerja yang diberlakukan di dalam pabrik berupa sistem *shift* dan *non shift* dengan jumlah karyawan sebanyak 291 orang. Pabrik MTBE ini menggunakan total biaya produksi sebanyak Rp. 8.973.133.319.146 nilai *Return of Investment* sebelum dan sesudah pajak berturut-turut 1,455% dan 1,164%. *Pay OutTime* sebelum dan sesudah pajak berturut-turut 6,00 tahun dan 6,12 tahun. *Break Even Point* sebesar 41,9605%. *Shut Down Point* sebesar 31,5909%. Berdasarkan analisa ekonomi tersebut maka pendirian pabrik MTBE ini layak untuk dipertimbangkan pendiriannya.

Kata kunci : Metil tert butil eter, Tert butil alkohol

ABSTRACT

Methyl tert-butyl ether (MTBE) is an additive used in the process of production fuel. In order to maintain the stabi of stability in the availability of energy, especially fuel, Indonesia still have to import to the additive. To serve domestic needs as well as great export opportunities against this type of product, then designed the mill establishment of MTBE from isobutene and methanol with a capacity of 550,000 tonnes/year. The factory will be planned to be established in Bontang industrial area, precisely in the District of North Bontang, East Kalimantan Bontang District.

MTBE is produced by reacting methanol with isobutene. As a result of the incoming feed is not purely, the side reaction occurs, namely the establishment of Tert Butyl Alcohol (TBA). To increase the total reaction conversion, so the 25509.7196 kg/hour feed methanol input added with water 489.9194 kg/h in a mixer. So that the methanol feed come into the reactor with a weight fraction of 98%. Because the reaction nature is reversible, so the feed methanol excess of 10%. Feed isobutene as much 47046.4127 kg/h with a purity of 99.95% and feed out mixer enter into a fixed bed multitube reactor with catalyst Amberlyst 15, Temperatur 70°C, pressure of 10 atm, reversible and exothermic. Then the product was purified using three distillation tower to obtain a final product purity above 99%. In order to support the production process, it is required process water and other needs as much as 31,306,291 kg/day and steam needs as much 11069.4030 kg/day, supported by three generators as electric power as much as 2.2987 MW.

Company form which is used is a Limited Company (PT). Working system imposed in factory, in the form of shift and non-shift with a number of employees as much as 291 people. The MTBE factory uses a total production cost of Rp. 8,973,133,319,146 Return of Investment value is 1.455% and 1.164% before and after tax respectively. Pay OutTime are 6.00 years and 6.12 years before and after tax respectively. Break Even Point is 41.9605%. Shut Down Point is 31.5909%. Based on the economic analysis, the establishment of this MTBE factory is worth considering to be establishment.

Kerywoard : Methyl tert butyl eter, tert butyl alcohol

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirrobil'alamin, puji syukur yang sebesar-besarnya kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kelancaran kepada penyusun untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tak lupa sholawat serta salam yang selalu tercurah kepada Nabi besar Muhammad SAW.

Tugas prarancangan pabrik ini disusun untuk memenuhi syarat tugas akhir studi sarjana setiap mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tugas akhir ini berjudul Prarancangan Pabrik Metil tersier Butil Eter Kapasitas 550.000 Ton/tahun.

Pada kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih kepada:

1. Allah SWT.
2. Bapak, Ibu serta saudaraku yang selalu menyemangati dan mendoakanku.
3. Ibu Ir.Nur Hidayati, M.T., PhD dan BapakTri Widayatno,S.T.,M. Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Bapak ibu Dosen Teknik Kimia.
5. Semua teman-teman Teknik Kimia UMS yang memberi motifasi dan semangat.

Penyusun menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Semoga laporan tugas akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya dan penyusun khususnya. Akhir kata penyusun mohon maaf apabila ada salah-salah kata serta kesalahan lain.

Surakarta, Maret 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN PENGESAHAN	
INTISARI.....	i
ABSTRACT.....	ii\
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Kapasitas	2
1.3 Lokasi	3
1.4 Tinjauan Pustaka	5
1.4.1 Proses produksi MTBE.....	5
1.4.2 Pemilihan Proses	7
1.4.3 Kegunaan Produk	8
1.4.4 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk	9
1.4.5 Tinjauan Proses Secara Umum.....	11
BAB II DISKRIPSI PROSES	13
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	13
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	13
2.1.2 Spesifikasi Produk.....	14
2.2 Konsep Proses	15
2.2.1 Dasar Reaksi.....	15
2.2.3 Kondisi Operasi	15
2.2.3 Tinjauan Termodinamika	16
2.2.4 Tinjauan Kinetika	16
2.2.5 Langkah proses.....	18
2.2.6 Diagram Alir Proses	18
2.3 Neraca Massa	21
2.4 Neraca Panas	24
2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan	27
BAB III SRESIFIKASI PERALATAN	31
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	50
4.1 Utilitas	50
4.2 Unit Penyedia dan Pengolahan Air	51
4.2.1 Unit Penyedia Air	51
4.2.2 Kebutuhan Air	60
4.2.3 Unit Penyedia Listrik	62
4.3 Unit Utilitas dan Instrumentasi	67
4.3.1 Unit Penyedia Udara Tekan	68
4.3.2 Spesifikasi Alat Utilitas.....	69
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	76
5.1 Bentuk Perusahaan	76

5.2 Struktur Organisasi	76
5.3 Jadwal Kerja Karyawan	77
5.4 Tugas dan Wewenang	79
5.5 Sistem Penggajian	83
5.6 Fasilitas dan Jaminan Sosial	85
5.7 Struktur Organisasi Perusahaan	85
BAB VI ANALISA EKONOMI	87
5.1 Dasar Perhitungan	87
5.2 Perkiraan Harga Alat	88
5.3 Penentuan Total <i>Capital Investment</i>	91
5.4 Analisa Kelayakan Ekonomi	96
BAB VII PEMBAHASAN DAN SIMPULAN	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	103

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Data Impor Metil Tert Butil Ether	2
Tabel 1.2.	Kapasitas Pabrik Metil Tert Butil Eter.....	3
Tabel 2.1.	Neraca Massa Sekitar Mixer	21
Tabel 2.2.	Neraca Massa Sekitar Reaktor	21
Tabel 2.3.	Neraca Massa Disekitar Menara Distilasi 130.....	22
Tabel 2.4.	Neraca Massa Di Sekitar Menara Distilasi 140	22
Tabel 2.6.	Neraca Massa Di Sekitar Menara Distilasi 150	23
Tabel 2.5.	Neraca Massa Total.....	23
Tabel 2.7.	Neraca Panas Pada Arus 1	24
Tabel 2.8.	Neraca Panas Pada Arus 4	24
Tabel 2.9.	Neraca Panas Pada Arus 5	25
Tabel 2.10.	Neraca Panas Pada Arus 7	25
Tabel 2.11.	Neraca Panas Pada Reaktor.....	26
Tabel 2.12.	Neraca Panas Pada Menara Destilasi 130	26
Tabel 2.13.	Neraca Panas Pada Menara Destilasi 140	27
Tabel 2.14.	Neraca Panas Pada Menara Destilasi 150	27
Tabel 2.15.	Rincian Bangunan Dalam Industri	29
Tabel 4.1.	Kebutuhan Air Pendingin	60
Tabel 4.2.	Jumlah Kebutuhan Steam.....	61
Tabel 4.3.	Kebutuhan Listrik Untuk Proses	62
Tabel 4.4.	Kebutuhan Listrik Untuk Alat Utilitas.....	63
Tabel 4.5.	Kebutuhan Penerangan Dalam Area Industri.....	63
Tabel 4.6.	Kebutuhan Penerangan Area Luar Industri.....	65
Tabel 4.7.	Kebutuhan Penerangan Area Luar Industri.....	66
Tabel 5.1.	Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	79
Tabel 5.2.	Jumlah Karyawan Proses Berdasarkan Besarnya Operator Unit ..	84
Tabel 5.3.	Jumlah Karyawan Utilitas Menurut Beban Alat	84
Tabel 6.1.	Nilai Untuk <i>Index Chemical Plant Design</i>	88
Tabel 6.2.	Harga Alat Proses	89
Tabel 6.3.	Perkiraan Harga Bak Untuk Utilitas	90
Tabel 6.4.	Harga Alat Utilitas Yang Diimpor.....	91
Tabel 6.5.	Total Gaji Karyawan Untuk Setiap Tahun.....	94
Tabel 6.6.	Rincian Pengeluaran Biaya Pendirian.....	95
Tabel 6.7.	Harga Jual Produk.....	97
Tabel.8.1.	Neraca Massa Pada Reaktor.....	104
Tabel 8.2.	Neraca Panas Pada Reaktor.....	104
Tabel 8.3.	Data Untuk Menentukan Besarnya Diameter Nozzle	121
Tabel 8.4.	Hubungan Ukuran <i>Nozzle</i> Terhadap Berat <i>Nozzle</i>	131
Tabel 8.5.	Neraca Massa Menara Distilasi 140.....	135
Tabel 8.6.	Suhu Bubble Point dan Dew Point.....	135
Tabel 8.7.	Panas Fluida	135
Tabel 8.8.	Volatilitas Rata-Rata Komponen	136
Tabel 8.9.	Distribusi Komponen	136

Tabel 8.10. Penentuan Reflux Minimal.....	136
Tabel.8.11. Panas Umpa.....	137
Tabel. 8.12.Panas Distilat	138
Tabel. 8.13.Panas Bottom	138
Tabel 8.14. Neraca Panas Total Menara Distilasi.....	140
Tabel 8.15. Viskositas Rata-Rata Komponen Distilat dan Bottom.....	140
Tabel 8.16.Pipa Umpa Dan Produk Menara Distilasi	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Alir Kuantitatif	19
Gambar 2.2. Diagram Alir Kualitatif	20
Gambar 2.3. Diagram Arus Dalam Proses	21
Gambar 2.4. <i>Lay Out</i> Pabrik	24
Gambar 4.1. Diagram Alir Pengolahan Air	54
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan	86
Gambar 6.1. <i>Index Chemical Plat Design</i>	88
Gambar 6.2. Grafik Analisa Ekonomi	98
Gambar 8.1. Neraca Massa Pada Satu Tube	107
Gambar 8.2. Neraca Panas Pada Satu Tube	107
Gambar 8.3. Hasil Run Program Matlab Untuk Penentuan Pipa Reaktor	109
Gambar 8.4. Grafik Hubungan Panjang Pipa Terhadap Koversi Pembentukan MTBE	111
Gambar 8.5. Hasil <i>Run Coumond Window</i> Pada Program Matlab	112
Gambar 8.6. Susunan Pipa Model <i>Triangular Pitch</i>	113
Gambar 8.7. Grafik Hubungan Antara Panjang Pipa Dengan Kenaikan Temperatur	117
Gambar 8.8. Hasil <i>Run</i> Untuk Pengaruh Panjang Pipa Terhadap Kenaikan Suhu Dalam Tube	117
Gambar 8.9. Bentuk Head Yang Digunakan.....	119
Gambar 8.10. Tipe Flange Dan Dimensinya.....	125
Gambar 8.11. Detail Lokasi <i>Flange, Bolt</i> Dan <i>Gasket</i>	130
Gambar 8.12. Hubungan Antara Panjang Tube Terhadap Kenaikan Suhu Pendingin	132
Gambar 8.13. Pressure Drop Dalam Tube	132
Gambar 8.14. Hasil <i>Run</i> Program Matlab Untuk Suhu Pendingin	133
Gambar 8.15. Hasil <i>Run</i> Program Matlab Untuk Penurunan Tekanan Tube...	133
Gambar 8.16. Skema Aliran Pada Menara Distilasi	134
Gambar 8.17. <i>Downcomer Back-up</i>	148
Gambar 8.18. Gambar Isolasi Pada Menara.....	155